

## COLOFON

© 1999 Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente

Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

*No part of this book may be reproduced and/or published in any form, photoprint, microfilm or by any other means without written permission from the publisher.*

Het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van de gegevens in deze uitgave.

## Financiering

Het Praktijkonderzoek Bloemisterij en Glasgroente wordt medegefinancierd door:



Productschap Tuinbouw  
Postbus 90403, 2509 LK Den Haag  
Tel. 070-3041234



Ministerie van Landbouw,  
Natuurbeheer en Visserij  
Postbus 20401, 2500 EK Den Haag  
Tel. 070-3786868

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente  
Vestiging Aalsmeer  
Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer  
Tel. 0297-352525, fax 0297-352270

ISSN 1385 - 3015

## **INVLOED SPOORELEMENTEN OP GROEI EN ONTWIKKELING KALANCHOE**

Project 6113-28

Ing. H. Verberkt  
D. van den Berg

Aalsmeer, oktober 1998

Rapport 157  
Prijs f 95,00

Rapport 157 wordt u toegestuurd na storting van f 95,00 op gironummer 174855 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 157, Invloed spoorelementen op groei en ontwikkeling Kalanchoe'.

# INHOUD

<b>1. INLEIDING EN DOEL</b>	<b>5</b>
<b>2. MATERIAAL EN METHODE</b>	<b>6</b>
2.1 Proefopzet	6
2.2 Accomodatie	6
2.3 Teeltgegevens	7
2.4 Waarnemingen	9
<b>3. RESULTATEN</b>	<b>10</b>
3.1 Controlebehandeling	10
3.2 IJzer	10
3.3 Mangaan	11
3.4 Zink	12
3.5 Molybdeen	12
3.6 Koper	13
3.7 Borium	13
<b>4. OVERZICHTEN</b>	<b>15</b>
<b>5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>19</b>

## BIJLAGEN

- 1 Bemestingsadviesbasis
- 2 Overzicht kenmerken en functies spoorelementen
- 3 Richtwaarden gewasanalyses Kalanchoe
- 4 Resultaten gewasanalyses



## 1. INLEIDING EN DOEL

Voor de groei van planten zijn bepaalde elementen noodzakelijk. Deze essentiële voedingstoffen kunnen in twee groepen worden opgedeeld, namelijk: hoofdelementen en spoorelementen. De hoofdelementen zijn:

- |            |     |             |      |
|------------|-----|-------------|------|
| - stikstof | (N) | - calcium   | (Ca) |
| - fosfor   | (P) | - magnesium | (Mg) |
| - kalium   | (K) | - zwavel    | (S)  |

Spoorelementen, ook wel micro-elementen genoemd, zijn stoffen die in kleine hoeveelheden een belangrijke rol in de plant spelen. De essentiële spoorelementen in de plantengroei zijn:

- |             |      |          |      |
|-------------|------|----------|------|
| - ijzer     | (Fe) | - koper  | (Cu) |
| - mangaan   | (Mn) | - borium | (B)  |
| - zink      | (Zn) | - chloor | (Cl) |
| - molybdeen | (Mo) |          |      |

Spoorelementen komen meestal in kleine hoeveelheden in het water voor. Daarnaast bevinden zich kleine hoeveelheden spoorelementen in de kasgrond. Voor de teelt in substraten, zoals in de potplantenteelt, is het echter noodzakelijk dat de hoofd- en spoorelementen in de juiste concentraties worden toegediend. Gegevens hierover staan in de Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw. In de potplantenteelt is echter weinig bekend over de bemesting van spoorelementen. Enerzijds is er weinig onderzoek verricht, anderzijds is de teler vaak niet bekend met spoorelementen. Ten aanzien van de spoorelementen wordt in de Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw voor alle potplanten een standaard schema in de voedingsoplossing aangehouden, ongeacht het gewas en de EC. In Bijlage 1 is dit schema weergegeven. Indien echter te lage of te hoge hoeveelheden van de spoorelementen gegeven wordt, kan dit grote gevolgen hebben voor de teelt.

Het doel van het onderzoek was nagaan wat de invloed van spoorelementen is op de groei en ontwikkeling van Kalanchoe. Hierbij is onderzoek gedaan naar de effecten van gebrek en overmaat van de belangrijkste zes spoorelementen: ijzer, mangaan, zink, molybdeen, koper en borium. Chloor is in dit onderzoek niet meegenomen. Planten hebben maar weinig chloor nodig. Het gewas neemt echter vele malen meer op dan noodzakelijk. Chloorgebrek komt weinig voor omdat het normaal gesproken in meer dan voldoende mate aanwezig is.

## 2. MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 PROEFOPZET

Het doel was om bij Kalanchoe gebreks- en overmaatverschijnselen per spoolement vast te leggen. De teelt heeft op watercultuur (zonder substraat) plaatsgevonden. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de proeffactoren met de bijbehorende niveaus. In Bijlage 2 is een overzicht gegeven van de onderzochte spoolementen met daarin de streefcijfers, specifieke kenmerken en de belangrijkste functies in de plant.

Tabel 1 - Proeffactoren met bijbehorende niveaus

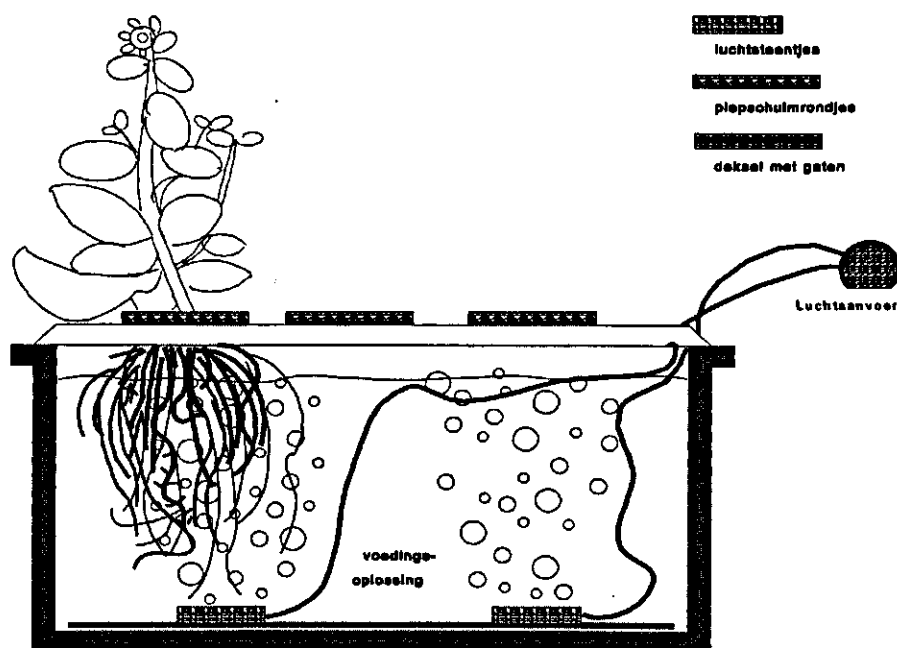
proeffactor	aantal niveaus	beschrijving
voedingselementen	6	IJzer (Fe)
		Mangaan (Mn)
		Zink (Zn)
		Borium (B)
		Koper (Cu)
		Molybdeen (Mo)
concentratie	2	gebrek = 0
		overmaat
cultivar	2	'Michelle'
		'Mirjam'

Om alle behandelingen uit te voeren waren per herhaling twaalf onafhankelijke bakken noodzakelijk. Daarnaast is een controlebehandeling aangehouden. De proef is in drievoud uitgevoerd. In totaal zijn  $3 \times 13 = 39$  gelijke, onafhankelijke bakken gebruikt voor dit onderzoek. Er zijn drie blokken aangehouden. Binnen de blokken zijn de behandelingen vrij geloot. Per bak is één bemestingsbehandeling aangehouden. In elke bak zijn vijf planten van elk ras geplaatst. Het plus- en min-teken voor het element in dit rapport staan respectievelijk voor overmaat en gebrek.

### 2.2 ACCOMODATIE

De proef is uitgevoerd in kas A9 van het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente (PBG), vestiging Aalsmeer. De kas is omgrensd door corridors en kasafdelingen. In de kas staan 39 gelijke, onafhankelijke bakken met een inhoud van 20 l. Elke bak is voorzien van beluchting (zie Figuur 1). In leidingwater kunnen geringe hoeveelheden spoolementen voorkomen. Om deze reden is het herkomstwater (= leidingwater)

voor gebruik gedemineraliseerd. In een mengbak is eerst de voedingsoplossing met de hoofdelementen aangemaakt. De spoorelementen zijn naderhand handmatig per bak toegediend. De meststoffen die zowel voor de hoofd- als de spoorelementen gebruikt zijn, zijn pro-analyse-meststoffen. Deze zijn zeer zuiver. De EC- en pH-metingen moesten handmatig worden verricht en indien nodig, handmatig worden bijgesteld.



*Figuur 1 - De planten staan in onafhankelijke bakken met een beluchtingssysteem*

## 2.3 TEELTGEGEVENS

Dit onderzoek is uitgevoerd bij twee Kalanchoe-rassen; 'Michelle' en 'Mirjam'. Onbewortelde stekken zijn in week 30 in de bakken met een voedingsoplossing gehangen. Gedurende de beworteling is de standaardvoedingsoplossing aangehouden met spoorelementen. Voor de voedingsoplossing is uitgegaan van de bemestingsadviesbasis voor de glastuinbouw. Voor Kalanchoe wordt gewasgroep 3 geadviseerd met een EC van 1,7 mS/cm en een pH tussen 5,2 en 6,0. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de standaardsamenstelling van de voedingsoplossing. Om effecten van  $\text{NH}_4$  op de pH te voorkomen is N volledig als  $\text{NO}_3$  toegediend. Voor het inzetten van de behandelingen zijn de bakken en de wortels gespoeld met gedemineraliseerd water. Na de beworteling, in week 37, zijn de behandelingen ingezet. In de bakken is een EC van 1,7 mS/cm en een pH van 5,5 aangehouden.

Na de beworteling zijn de voedingsoplossingen opnieuw aangemaakt zonder spoorelementen. In alle bakken is dezelfde oplossing aan hoofdelementen toegediend.

Deze oplossing is, per blok, in de mengbak aangemaakt. De spoorelementen zijn per bak handmatig, conform de proefschemas, toegediend. In Tabel 3 is een overzicht weergegeven van de hoeveelheid spoorelementen die in de voedingsoplossingen zijn aangehouden. De concentraties van de spoorelementen in de controle zijn gelijk aan de geadviseerde concentraties voor potplanten in de bemestingsadviesbasis. Bij een gebrek van een spoorelement is het desbetreffende element geheel weggelaten in de voedingsoplossing. Voor de overige elementen zijn de standaardconcentraties aangehouden. Bij een overmaat van een spoorelement is de concentratie aangehouden zoals vermeld in Tabel 3. Ook hierbij zijn voor de overige elementen de standaardconcentraties aangehouden. Bij Borium (B) is de eerste vier weken de dubbele concentratie gegeven bij een overmaat. Dit leidde al snel tot schade. De concentratie is hierna verlaagd naar 200  $\mu\text{mol}$  B per liter voedingsoplossing. Ook in de controle is een dubbele concentratie aangehouden; 20  $\mu\text{mol}$  B per liter voedingsoplossing. Na dertien weken is de concentratie aangepast tot 10  $\mu\text{mol}$  B per liter voedingsoplossing in de controle. Regelmatig zijn de bakken bijgevuld met de desbetreffende voedingsoplossing. Voor het toedienen van de spoorelementen zijn de volgende meststoffen gebruikt:

- \* IJzerchelaat (Fe-DPTA 3,5% vlb.)
- \* Mangaansulfaat ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )
- \* Zinksulfaat ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )
- \* Natriummolybdaat ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- \* Kopersulfaat ( $\text{CuSO}_4$ )
- \* Borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )

Tabel 2 - Concentraties hoofdelementen (mmol/l)

	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
standaard	0	5,5	4,1	0,75	11,7	1,0	1,5

Tabel 3 - Concentraties spoorelementen ( $\mu\text{mol/l}$ )

	Fe	Mn	Zn	Mo	Cu	B
standaard	15	5	3	0.5	0.5	10
gebrek	0	0	0	0	0	0
overmaat	200	100	100	100	25	400 200

Tijdens de teelt is een stooktemperatuur van 20°C aangehouden. Eén graad boven setpoint is gestart met luchten. Om een teveel aan straling te voorkomen is geschermd boven de 600 W/m². Om de luchtvochtigheid voldoende hoog te houden in de kas (70%) is de lucht bevochtigd met een mistsysteem. Tijdens de proef is niet geremd. Het onderzoek is in week 3 beëindigd in de kas. Gedurende het onderzoek is de



natuurlijke daglengte aangehouden. Daar Kalanchoe een kortedag-plant is, is door de afnemende daglengte in het najaar de bloei geïnduceerd. Aan het einde van de proef stonden de planten in bloei.

## **2.4 WAARNEMINGEN**

Om na te gaan of de behandeling die per bak is gegeven ook gerealiseerd is, zijn bij aanvang watermonsters per bak en later in de teelt mengmonsters per drie bakken met dezelfde behandeling genomen en geanalyseerd. Tevens is wekelijks de pH gemeten. Zonodig is er bijgestuurd met loog in de vorm van kalibicarbonaat of zuur in de vorm van fosforzuur.

Om na te gaan in hoeverre de planten de afzonderlijke elementen hebben opgenomen zijn bij de eindbeoordeling gewasmonsters geanalyseerd. Voor de gewasmonsters zijn de jonge bladeren, de oude bladeren, de bloemen en de wortels apart geanalyseerd. De gewasanalyses zijn uitgevoerd op het PBG-Aalsmeer. Hier was het niet mogelijk om te analyseren op Mo.

Per gewas en per element zijn de gebreks- en overmaatverschijnselen beschreven en vastgelegd op foto's.

### 3. RESULTATEN

#### 3.1 CONTROLEBEHANDELING

De groei en ontwikkeling van de planten uit de controlebehandeling was zowel bij 'Michelle' (Foto 1) als 'Mirjam' (Foto 2) goed. Alle bladeren, jong en oud, waren groen (Foto 3). Bij beide rassen is er echter wel lichte bloemschade ('witte bloemen') geconstateerd. De wortels waren donkerbruin van kleur. Bij Borium (B) is de eerste dertien weken de dubbele concentratie gegeven. Dit betekende voor de controle 20  $\mu\text{mol}$  B per liter. Na dertien weken is de concentratie in de controle aangepast tot 10  $\mu\text{mol}$  B per liter (standaard). Door deze hogere B-concentratie (20  $\mu\text{mol}$  B per liter) is bij de controle een lichte mate van B-overmaat geconstateerd. Dit uitte zich in bruin-zwarte bladpunten, met name aan de oudere bladeren. Bij 'Michelle' was deze schade duidelijker zichtbaar dan bij 'Mirjam'.

In Bijlage 3 zijn de richtwaarden voor gehalten aan voedingselementen van Kalanchoe weergegeven. Van de spoorelementen zijn geen richtwaarden bekend. In Bijlage 4 zijn de resultaten van de gewasmonsters per ras weergegeven. De gegevens zijn uitgedrukt in mmol of mg (B) per kg drogestof. Tevens zijn in deze bijlage de gegevens procentueel uitgedrukt ten opzichte van de gehalten in de controle-planten. Hierbij zijn de gehalten in de controle-planten op 100 gesteld.

Uit de gewasanalyses van de controle-planten bleek dat in de wortels duidelijk veel meer Fe dan in het blad zat. Daarnaast was het Fe-gehalte in het oude blad hoger dan in het jonge blad. In de bloemen is het laagste gehalte aan Fe gevonden. Het oude blad bevatte ook meer Mn dan het jonge blad. Van mangaan is bekend dat het zich ophoopt gedurende de teelt. Vandaar dat in het oudere blad hogere gehalten aan Mn gevonden zijn. In de bloemen is relatief weinig Mn gevonden. In het oude blad zijn de hoogste Zn-gehalten gevonden. In de wortels en bloemen zijn lagere Zn-gehalten gevonden dan in het blad. In de wortels zijn de laagste B-gehalten gevonden. De gehalten in het jonge blad waren duidelijk hoger dan in het oude blad. Dit is opmerkelijk omdat in het algemeen meer B in het oude blad zit. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een te hoog B-gehalte in de voedingsoplossing bij aanvang van de proef. De nieuwe bladeren moesten nog aangelegd worden, terwijl de oude bladeren reeds aan het stek zaten. Bij 'Mirjam' zijn lagere Cu-gehalten gevonden dan bij 'Michelle'. In de bloemen is, bij beide rassen, het laagste Cu-gehalte gevonden en in de wortels het hoogste.

#### 3.2 IJZER

##### *Gebrek (-Fe-behandeling)*

Al vrij snel, twee weken na inzetten van de behandelingen werd, bij beide rassen, het bladmoes van de jongste bladeren tussen de nerven lichtgroen tot geel (Foto 4), met name aan de bladrand. De hoofdnerf bleven in eerste instantie groen. Later werden de jonge bladeren geheel geel. Opvallend was dat na een aantal weken het gebrek zich leek te herstellen. De chlorose aan het jonge blad werd duidelijk minder. De oudere bladeren verkleurden niet duidelijk, maar bleven groen. Bij 'Michelle' vertoonde het oude blad aan de bovenkant een gele rand. Het oude blad was ook iets lepelvormig bij dit ras. Bij beide rassen vertoonden de planten een duidelijke achterstand in groei ten

opzichte van de controle-planten, met name bij 'Michelle' (Foto 5). Bij 'Mirjam' (Foto 6) trad ook later bloei op. Opvallend was dat, bij beide rassen, bij Fe-gebrek veel meer bloemschade is geconstateerd dan bij de controle-planten. Bij 'Michelle' zijn ook meer 'zwarte bloemen' geconstateerd bij deze behandeling. De wortels waren, bij beide rassen, duidelijk lichter van kleur ten opzichte van de controle-planten.

Het Fe-gehalte in zowel het jonge als oude blad en de bloemen was duidelijk lager dan in de controle-planten. De hoeveelheid Fe in de wortels was veel lager dan in de controle-planten. Mogelijk vindt Fe-transport bij een gebrek vanuit de wortels naar de bladeren plaats. Dit zou ook de verklaring kunnen zijn van het feit dat de bladkleur na een aantal weken weer groener werd. Uit de gewasmonsters bleek verder dat bij deze behandeling, met name het Cu- en Zn-gehalte in het blad, de bloemen en met name de wortels hoger waren dan in de controle-planten.

#### *Overmaat (+ Fe-behandeling)*

Het jonge en het oude blad van de planten met een Fe-overmaat waren donkergroen. De gewasgroei bij 'Michelle' (Foto 7) was goed. Bij 'Mirjam' waren de planten zelfs forser dan de controle-planten (Foto 8). Ook kwamen deze planten eerder in bloei. De wortels waren bij beide rassen iets korter en zwart. Opvallend was dat bij 'Mirjam' de bloemkleur duidelijk donkerder was en dat bij beide rassen heel weinig bloemschade is geconstateerd bij Fe-overmaat. In dit onderzoek lijkt de bloemschade mede samen te hangen met de hoeveelheid Fe in de voedingsoplossing. Bij Fe-tekort trad veel meer bloemschade op, terwijl bij Fe-overmaat maar weinig bloemschade is geconstateerd ten opzichte van de controle (Foto 9).

Uit de gewasmonsters bleek dat in het blad en bloemen duidelijk meer Fe is gevonden ten opzichte van de controle-planten. In de wortels is veel meer Fe gevonden ten opzichte van de controle-planten, met name bij 'Mirjam'. Daarentegen is bij deze behandeling gemiddeld minder Zn en Cu gevonden in de onderzochte plantendelen. In de wortels is een hoger Mn-gehalte gevonden.

### **3.3 MANGAAN**

#### *Gebrek (-Mn-behandeling)*

Bij Mn-gebrek is bij 'Michelle' (Foto 10) minder gewasgroei geconstateerd en daardoor ontstond een kleiner gewas aan het einde van de proef. Er zijn bij dit ras geen duidelijke afwijkingen aan het blad, bloem of wortels geconstateerd. Bij 'Mirjam' (Foto 11) gaf Mn-gebrek alleen iets kortere wortels.

Bij deze behandeling zijn zowel in de bloemen, wortels als in het jonge en oude blad zeer lage Mn-gehalten gevonden. Het gehalte in het oude blad lag wel hoger dan in het jonge blad.

#### *Overmaat (+ Mn-behandeling)*

Het schadebeeld van Mn-overmaat bleek bij de twee onderzochte rassen duidelijk verschillend te zijn. Bij 'Michelle' (Foto 12) trad bij Mn-overmaat een gedrongen groei op. De bloemstelen waren kort gedrongen en bobbelig (Foto 13). De bladeren waren gedraaid en hadden gele randen en puntjes aan de onderzijde (Foto 14). Bij 'Mirjam' (Foto 15) leidde Mn-overmaat tot meer bloemschade, puntjes aan de onderzijde van het

blad en iets grijzere wortels. Bij beide rassen waren de puntjes aan de onderzijde van het blad met name bij de jonge bladeren zichtbaar (Foto 16).

Uit de gewasmonsters bleek, bij deze behandeling, dat het Mn-gehalte in alle onderzochte plantendelen zeer hoog te zijn. Bij 'Mirjam' zijn duidelijk hogere Mn-gehalten geconstateerd dan bij 'Michelle'.

### 3.4 ZINK

#### *Gebrek (-Zn-behandeling)*

Bij beide rassen zijn geen duidelijke waarneembare verschillen aan het gewas geconstateerd met de controle (Foto 17 en 18). Alleen de wortels waren iets lichter van kleur bij Zn-gebrek ten opzichte van de controle.

Zowel in de bloemen, het blad als in de wortels zijn lagere hoeveelheden Zn gevonden ten opzichte van de controle. Bij 'Mirjam' zijn bij Zn-gebrek duidelijk hogere Fe- en Mn-gehalten gevonden in het gewas.

#### *Overmaat (+ Zn-behandeling)*

Het oude blad was donkergroen en gaf geen verschil met de controle-behandeling. Bij de jonge bladeren trad na een aantal weken chlorose op aan de jonge bladeren. Het bladmoes van de jonge bladeren werd geel, de hoofdnerf bleven in eerste instantie groen. Later werd het jonge blad geheel geel. De schade leek zeer sterk op Fe-gebrek. Een overmaat aan Zn geeft in het algemeen, in eerste instantie, een schadebeeld dat vergelijkbaar is met Fe-gebrek (chlorose in het jonge blad). Het wordt veroorzaakt doordat bij een overmaat aan Zn het Fe uit het chelaat verdrongen wordt en daarmee de beschikbaarheid van het Fe sterk verminderd wordt. Hierdoor ontstaat Fe-gebrek. Bij 'Michelle' (Foto 19) leidde dit tot een geringere gewasgroei en bloeiden de planten later. Aan het einde van de proef waren nog gele randen aan het blad zichtbaar en de bloemen waren iets lichter van kleur. Ook bij 'Mirjam' (Foto 20) liep de gewasgroei duidelijk achter. Daarnaast waren de planten compacter met kortere internodiën en kortere bloemstelen. Aan het einde van de proef waren de bladeren kleiner en lichter van kleur ten opzichte van de controle-planten. De wortels waren iets meer vertakt. Ook bij dit ras bloeiden deze planten later. Daarnaast hadden de planten weinig bloemen en was de bloemkleur flets (Foto 21).

In de wortels zijn zeer hoge Zn-gehalten gevonden bij deze behandeling. Ook in de bloemen en in het blad zijn hogere waarden dan in de controle-partij gevonden. Bij deze behandeling zijn, met name bij 'Mirjam' lagere Fe-gehalten in het blad gevonden.

### 3.5 MOLYBDEEN

#### *Gebrek (-Mo-behandeling)*

Mo-gebrek gaf bij 'Michelle' (Foto 22) lichtere gele randen aan de jonge bladeren en aan enkele oude bladeren. De planten kwamen ook later in bloei. Bij 'Mirjam' (Foto 23) zijn geen duidelijke waarneembare verschillen met de controle geconstateerd.

#### *Overmaat (+ Mo-behandeling)*

Mo-overmaat bij 'Michelle' (Foto 24 en 25) leidde tot lichtere gele randen aan de jonge bladeren en aan enkele oude bladeren. De planten kwamen later in bloei. Opvallend waren de oranje wortels bij Mo-overmaat. Bij 'Mirjam' (Foto 26) leidde Mo-overmaat ook tot iets lichtere jonge bladeren, met name aan de randen. De wortels hadden een opvallende oranje-bruine kleur.

### 3.6 KOPER

#### *Gebrek (-Cu-behandeling)*

Bij 'Michelle' (Foto 27) zijn geen duidelijke waarneembare verschillen met de controleplanten geconstateerd. Bij 'Mirjam' (Foto 28) zijn eveneens geen duidelijke waarneembare verschillen aan het gewas met de controleplanten geconstateerd. Wel waren de wortels iets langer bij Cu-gebrek ten opzichte van de controle.

Gemiddeld zijn in alle onderzochte plantendelen lagere Cu-gehalten gevonden. In de wortels is bij deze behandeling een duidelijk hoger Fe-gehalte gevonden.

#### *Overmaat (+ Cu-behandeling)*

Cu-overmaat gaf bij 'Michelle' (Foto 29) geel tot wit jong blad en gele tot lichtgroene oudere bladeren. De gewasgroei liep duidelijk achter. Veel scheuten waren niet geïnduceerd. Hierdoor ontstond weinig bloei bij deze behandeling. Daarnaast was er veel bloemschade. De wortels waren niet vertakt. Bij 'Mirjam' (Foto 30) gaf Cu-overmaat gele jonge bladeren met witte randen en gele tot lichtgroene oudere bladeren. Ook bij dit ras liep de gewasgroei duidelijk achter ten opzichte van de controle en was het gewas veel kleiner. Ook hierbij waren veel scheuten niet geïnduceerd en trad weinig bloei op. De wortels waren meer vertakt. Bij beide rassen ontstonden gele jonge bladeren met witte randen en gele tot lichtgroene oudere bladeren aan de planten (Foto 31).

Daar er weinig bloei plaatsvond bij deze behandeling was het niet mogelijk een goed monster te nemen van de bloemen om deze te analyseren op de gehalten aan voedingselementen. In de wortels zijn zeer hoge gehalten aan Cu gevonden bij deze behandeling. Ook in de jonge en oudere bladeren zijn duidelijk hogere Cu-gehalten gevonden ten opzichte van de controle. Daarnaast zijn in, met name de jonge bladeren, duidelijk lagere Fe- en Mn-gehalten gevonden bij deze behandeling. In de wortels zijn daarentegen een zeer hoog Mn- en een hoog Zn-gehalte gevonden. Bij 'Mirjam' was ook het Fe-gehalte in de wortels hoger.

### 3.7 BORUM

#### *Gebrek (-B-behandeling)*

Bij 'Michelle' (Foto 32) leidde B-gebrek tot iets lichtere jonge bladeren. Aan het alleroudste blad waren geen duidelijke afwijkingen zichtbaar. Het tussenliggende blad vertoonde rode bladpunten en -randen (Foto 33). De gewasgroei liep achter. De planten bloeiden later en er trad bloemknopverdroging op. De wortels waren kort en sterk vertakt. Bij 'Michelle' trad bij deze behandeling ook veel wortelvorming bovengronds op (Foto 34). De internodiën waren kort. Bij 'Mirjam' (Foto 35) gaf B-gebrek een lichte doffe kleur groen aan het jonge blad, met name vanuit de hoofdnerf (Foto 36). Het

oude blad had ook een doffe groene kleur. De gewasgroei liep ook duidelijk achter. Het gewas was hard en bros. De groeipunten waren afgestorven (Foto 37). Door het verbreken van de apicale dominantie ontstonden meerdere kleine scheutjes onder een afgestorven groeipunt (Foto 38). De planten bloeiden ook later en er trad bloemknopverdroging op. De wortels waren kort en meer vertakt dan de controle.

Bij B-gebrek zijn lage B-gehaltes in zowel het jonge blad als de bloemen geconstateerd.

#### *Overmaat (+B-behandeling)*

Bij B-overmaat ontstonden bij 'Michelle' (Foto 39) aan de oude bladeren bruine necrotische bladpunten en -randen. Door deze necrotische bladpunten werden de bladeren lepelvormig (Foto 40). De jonge bladeren vertoonden zwarte bladpunten. Het verschijnsel nam toe naarmate het blad ouder werd. De planten kwamen later in bloei en de bloemstelen waren iets korter. Bij 'Mirjam' (Foto 41) ontstonden ook necrotische bladpunten en -randen en werden de bladeren hierdoor lepelvormig. De schade was echter minder sterk dan bij 'Michelle'. De jongste bladeren waren gaaf. De tussenliggende bladeren vertoonden zwarte bladpunten (Foto 42).

In alle onderzochte onderdelen zijn zeer hoge B-gehaltes gevonden bij deze behandeling. In de bloemen zijn relatief de laagste gehalten gevonden, maar deze waren duidelijk veel hoger dan bij de controle-planten.

## 4. OVERZICHTEN

In onderstaande overzichten is per ras, per element de belangrijkste overmaat- en gebreksverschijnselen in de verschillende plantendelen weergegeven. Bij alle behandelingen waren, met name op het oude blad, enkele zwarte tot necrotische (dode) bladpunten. Deze werden veroorzaakt door een te hoge B-concentratie bij aanvang van het onderzoek. Deze afwijking is niet in onderstaande overzichten weergegeven, omdat ze niet direct betrekking hebben op het desbetreffende element.

Cultivar: 'Michelle'

start: week 37

behandeling	gewas-ontwikkeling	bloei	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
controle	-	bloemschade	groen	groen	-
Fe -	loopt duidelijk achter	veel bloemschade, zwarte bloemen	geel/groen, gele randen	lepelvormig, bovenkant rand geel	lichter van kleur
Fe +	-	heel weinig bloemschade	donkergroen	donkergroen	iets korter, zwart
Mn -	kleiner gewas	-	-	-	-
Mn +	gedrongen, zeer korte bloemstelen	bloemsteel iets bobbelig	gele randen puntjes onderkant blad	gele randen, gedraaide bladstand, enkele puntjes	
Zn -	-	-	-	-	iets lichter van kleur (bruiner t.o.v. grijs/zwart)
Zn +	iets trager en kleiner	lichter van kleur	enkele gele randen	gele randen	

- = geen duidelijke afwijking geconstateerd

Cultivar: 'Michelle' (vervolg)

behandeling	gewasontwikkeling	bloei	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
Mo -	-	iets trager	lichte, gele randen	iets gele randen	-
Mo +	-	trager	lichte, gele randen	iets gele randen	oranje
Cu -	-	-	-	-	-
Cu +	loopt duidelijk achter, veel scheuten niet geïnduceerd	weinig bloei veel bloemschade	geel tot wit	oudste blad groen, overige bladeren geel tot licht groen	geen vertakking
B -	loopt achter, veel wortelvorming bovengronds, korte internodiën	trager, bloemknopverdroging	iets lichter van kleur	oudste blad goed, tussenliggende blad rode bladpunten/randen	kort sterk vertakt
B +	-	trager, iets kortere bloemstelen	zwarte bladpunten	lepelvormig blad, bladverbranding aan de randen	-

- = geen duidelijke afwijking geconstateerd



Cultivar: 'Mirjam'

start: week 37

behandeling	gewasontwikkeling	bloei	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
controle	-	bloemschade	groen	groen	-
Fe -	iets minder fors	trager veel bloem schade	iets lichter, met name de randen	groen	lichte kleur
Fe +	iets forser	iets vroeger, weinig bloemschade, donkere bloemkleur	donkergroen	donkergroen	Korter, Zwart
Mn -	-	-	-	-	iets korter
Mn +	-	veel bloem- schade	puntjes on- derkant blad	-	iets grijzer
Zn -	-	-	-	-	iets lichter van kleur
Zn +	veel compacter kortere inter- nodiën	trager, kortere bloemstelen, weinig bloemen, fletsere bloemkleur	iets lichter, met name midden op het blad	kleinere bladeren lichter van kleur, met name de bladnerven en randen	meer vertakt

- = geen duidelijke afwijking geconstateerd

Cultivar: 'Mirjam' (vervolg)

behandeling	gewasontwikkeling	bloei	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
Mo -	-	-	-	-	-
Mo +	-	-	iets lichter, met name de randen	-	oranje-bruin
Cu -	-	-	-	-	iets langer
Cu +	veel kleiner	weinig bloei, veel scheuten niet geïnduceerd	geel witte rand	oudste blad groen, overige bladeren geel tot licht groen	meer vertakt
B -	loopt duidelijk achter, hard bros gewas, groeipunt afgestorven, meerdere scheutjes	trager, bloemknopverdroging	lichte doffe kleur groen, met name vanuit de hoofdnerf	doffe groene kleur	kort, meer vertakt
B +	-	-	jongste blad gaaf, overige bladeren zwarte bladpunten	bladverbranding aan de randen, eerst aan de punten, lepelvormig	-

- = geen duidelijke afwijking geconstateerd

## 5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit onderzoek zijn een aantal overmaat- en gebreksverschijnselen geconstateerd die kunnen leiden tot schade aan het gewas bij Kalanchoe.

Al vrij snel na inzetten van de behandelingen is Fe-gebrek geconstateerd. Het schadebeeld van Fe-gebrek bij Kalanchoe (chlorose in het jonge blad, waarbij in eerste instantie de nerven groen blijven, maar later het blad geheel geel wordt) is vergelijkbaar met Fe-gebrek bij andere gewassen. Bij constatering van Fe-gebrek in potgrondcultures is het van belang eerst na te gaan wat de pH in de potkultuur is. Door een te hoge pH neemt namelijk de beschikbaarheid van Fe voor de plant af. De pH moet dus voldoende laag zijn (5,2-6,0) en het toegepaste chelaat moet afgestemd zijn op de gewenste pH. Schade veroorzaakt door een overmaat aan Fe komt vrijwel niet voor en is nergens duidelijk beschreven in de literatuur. De toegediende hoeveelheden extra Fe (200  $\mu\text{mol}$  Fe per liter) hebben in dit onderzoek juist geleid tot een donkere gewaskleur, meer groei, snellere bloei en beduidend minder bloemschade. Bij een aantal gewassen kan toch schade optreden bij teveel toegediend Fe. Veelal is dan echter sprake van chelaat-schade.

Een overmaat aan Zn geeft in het algemeen, in eerste instantie, een schadebeeld dat vergelijkbaar is met Fe-gebrek. Dit is ook in dit onderzoek geconstateerd (chlorose in het jonge blad). Het wordt veroorzaakt doordat bij een overmaat aan Zn het Fe uit het chelaat verdrongen wordt en daarmee de beschikbaarheid van Fe sterk verminderd is. Hierdoor ontstaat Fe-gebrek. Bij met name 'Mirjam' zijn dan ook lagere Fe-gehalten in het blad gevonden bij een overmaat aan Zn in de voedingsoplossing. De bloemkleur was ook duidelijk fletser bij een overmaat aan Zn bij dit ras. Onduidelijk is of dit veroorzaakt wordt door een overmaat aan Zn of door een gebrek aan Fe. Duidelijk is wel dat de spoorelementen Fe en Zn een belangrijke rol spelen bij de bloemkleur en mate van bloemschade bij Kalanchoe.

Van Cu is ook bekend dat deze bij een overmaat het Fe uit het chelaat verdringt, waardoor de beschikbaarheid van Fe afneemt. De concentratie Cu die in dit onderzoek bij een overmaat is aangehouden is echter dermate hoog geweest (25  $\mu\text{mol}$  per liter) dat beschadiging van de wortels optrad. Hierdoor stagneerde de gehele opname van voedingselementen. Dit leidde tot geel-wit jong blad en gele tot lichtgroene oudere bladeren, een zeer slechte gewasgroei en bloei. Zowel bij Zn- als bij Cu-gebrek zijn in dit onderzoek bij beide rassen geen duidelijke waarneembare verschillen aan het gewas geconstateerd met de controle.

Bij Mn-gebrek is bij 'Michelle' minder gewasgroei geconstateerd en bij 'Mirjam' alleen iets kortere wortels. Verder zijn geen duidelijke afwijkingen geconstateerd bij Mn-gebrek. Het schadebeeld van Mn-overmaat bleek bij de twee onderzochte rassen duidelijk verschillend te zijn. Bij 'Michelle' trad een gedrongen groei op met korte gedrongen bobbelige bloemstelen. De bladeren waren gedraaid en hadden gele randen. Bij 'Mirjam' leidde Mn-overmaat tot meer bloemschade en iets grijzere wortels. Bij beide rassen zijn puntjes aan de onderzijde van het blad geconstateerd. Deze waren met name zichtbaar bij de jonge bladeren. Mogelijk worden deze veroorzaakt door mangaanoxides. Mo-gebrek gaf bij 'Michelle' lichtere gele randen aan de jonge bladeren en aan enkele oude bladeren. De planten kwamen ook later in bloei. Bij 'Mirjam' zijn

geen duidelijke waarneembare verschillen met de controle geconstateerd. Mo-overmaat leidde tot lichtere gele randen aan de jonge bladeren en aan enkele oude bladeren. Opvallend waren de oranje wortels bij Mo-overmaat.

Opvallend zijn de schadebeelden die ontstaan bij B-gebrek aan de diverse onderdelen van de plant. Ook bij andere gewassen treden zeer uiteenlopende schadebeelden op bij B-gebrek. In het algemeen sterven de groeipunten af en treedt dwerggroei op. Beide schadebeelden zijn ook in dit onderzoek geconstateerd. Bij 'Michelle' leidde B-gebrek tot iets lichtere jonge bladeren. Aan het alleroudste blad waren geen duidelijke afwijkingen zichtbaar. Het tussenliggende blad vertoonde rode bladpunten en -randen. Ook trad veel wortelvorming bovengronds op. De internodiën waren kort. Bij 'Mirjam' gaf B-gebrek een lichte doffe kleur groen aan het jonge blad, met name vanuit de hoofdnerf. Het oude blad had ook een doffe groene kleur. Het gewas was hard en bros. De groeipunten waren afgestorven. Door het verbreken van de apicale dominantie ontstonden meerdere kleine scheutjes onder een afgestorven groeipunt. Bij beide rassen liep de gewasgroei duidelijk achter, bloeiden de planten later en trad bloemknopverdroging op. De wortels waren kort en meer vertakt dan de controle.

Het schadebeeld dat geconstateerd is bij B-overmaat komt overeen met het schadebeeld dat in het algemeen voorkomt bij B-overmaat: in eerste instantie zwarte bladpunten die later overgaan in bruine necrotische bladpunten en -randen. Naarmate de plant en het blad ouder wordt neemt de schade toe, doordat B zich ophoopt in het blad. Door de necrotische bladpunten werden de bladeren bij Kalanchoe lepelvormig.

Uit dit onderzoek blijkt dat een overmaat en gebrek van spoorelementen uiteenlopende schadebeelden aan blad, bloem en wortel kunnen veroorzaken. Indien schadebeelden in het gewas zichtbaar zijn is het van belang eerst een uitgebreid potgrondmonster te nemen en de voedingsoplossing te analyseren. Uiteraard is het ook van belang kritisch naar andere teeltfactoren te kijken die mogelijk het schadebeeld kunnen veroorzaken, zoals bijvoorbeeld het klimaat. De beschikbaarheid van veel spoorelementen is afhankelijk van de pH. Bij een tekort of overmaat is het dus ook van belang te kijken naar de pH. Door deze te veranderen is het in een aantal gevallen mogelijk de beschikbaarheid van een element te vergroten zonder extra voedingselementen aan de voedingsoplossing toe te voegen.

Indien schadebeelden in een gewas zichtbaar zijn, is het in een aantal gevallen zinvol om een gewasmonster te analyseren. Belangrijk hierbij is dat naast een monster van de beschadigde plantendelen ook een monster genomen wordt van dezelfde plantendelen van een vergelijkbare partij (zogenoemde referentie). Er zijn namelijk nog te weinig duidelijke richtwaarden.

Uit bemestingsonderzoek op het PBG is gebleken dat de gewassamenstelling bij Kalanchoe onder andere afhankelijk is van het ras en van het EC-niveau. Daarnaast blijkt uit de gewasmonsters van de verschillende plantendelen dat het elementgehalte in de verschillende plantendelen niet gelijk is. Tevens speelt de leeftijd een rol. Indien bij schadepartijen gewasmonsters worden genomen moet, ter vergelijking, gelijktijdig een vergelijkbaar monster worden genomen van een vergelijkbare partij planten van hetzelfde ras, dezelfde leeftijd, hetzelfde voedingsschema en hetzelfde voedingsniveau.

# BIJLAGE 1. BEMESTINGSADVIESBASIS

In de onderstaande tabellen staan de standaardbemestingsadviezen voor hoofdelementen voor de Kalanchoeteelt. Hierbij is uitgegaan van gewasgroep 3 vegetatief van het Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw 1994.

Standaardvoedingsoplossing hoofdelementen (mmol/l)

EC-streefcijfer 1,7 mS/cm

NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
1,1	5,5	3,0	0,75	10,6	1,0	1,5

Streefcijfers 1 : 1,5 volume-extract (mmol/l)

NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
<0,1	1,6	1,2	0,5	4,0	0,8	0,5

In de onderstaande tabellen staan de standaardbemestingsadviezen voor spoorelementen voor de potplantenteelt. Deze zijn eveneens overgenomen uit Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw 1994.

Standaardvoedingsoplossing spoorelementen (µmol/l)

Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
15	5	3	10	0,5	0,5

Streefcijfers 1 : 1,5 volume-extract (µmol/l)

Fe	Mn	Zn	B	Cu
8	2	2	15	0,7

Waardering gecorrigeerd op EC(c) (µmol/l)

Element	Fe	Mn*	Zn	B	Cu
laag <	5	1	1,5	10	
hoog >	10	3	2,5	25	0,9

\* = niet gecorrigeerd naar EC

**BIJLAGE 2. OVERZICHT KENMERKEN EN FUNCTIES SPOORELEMENTEN**

element	sym-bool	conc. voedings-oplossing (μmol/l)	streefcijfer 1:1,5 vol. extract (μmol/l)	opname door plant	mobi-liteit	remo-biliseer-baar-heid	in plant betrokken bij:
IJzer	Fe	15	8	chelaat of Fe <sup>3+</sup>	±	-	* Fotosynthese (bestandsdeel Chlorofyl) * Enzymen waarvan een aantal een rol spelen in de fotosynthese
Man-gaan	Mn	5	2	chelaat of Mn <sup>2+</sup>	+	-	* Zuurstofoverdracht aan het begin van de fotosynthese * Aanmaak van eiwitten, koolhydraten en auxinen (IAA) * Enzymen
Zink	Zn	3	2	chelaat of Zn <sup>2+</sup>	±	-	* Opbouw van de plant * Auxine (IAA)-aanmaak * Enzymen
Borium	B	10	15	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	-	-	* Celwanden en membranen * Celvergroting en celdeling * RNA-synthese
Koper	Cu	0,5	0,7	Chelaat of Cu <sup>2+</sup>	±	-	* Enzym-eiwitten (ook in de fotosynthese) * Verhoutingsproces * Knopontwikkeling
Molyb-deen	Mo	0,5		Molybdaat MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+	+	* Nitrogenase * Nitraat Reductase

### BIJLAGE 3. RICHTWAARDEN GEWASANALYSES KALANCHOE

Element		richtwaarde
<hr/>		
K	(mmol/kg drogestof)	700 - 800
Ca	(mmol/kg drogestof)	100 - 200
Mg	(mmol/kg drogestof)	100 - 200
P	(mmol/kg drogestof)	100 - 150
N-totaal	(mmol/kg drogestof)	1300 - 1500
NO <sub>3</sub>	(mmol/kg drogestof)	
SO <sub>4</sub>	(mmol/kg drogestof)	
<hr/>		

De richtwaarden zijn afkomstig uit de PBG-serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw, No.15: Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas. Voor deze bepalingen zijn jonge volgroeide bladeren genomen.

# BIJLAGE 4. RESULTATEN GEWASANALYSES

24

Michella	elementgehalte	behandeling controle	- Fe	+ Fe	- Mn	+ Mn	- Zn	+ Zn	- Cu	+ Cu	- Mo	+ Mo	- B	+ B
bloem	Fe	1.05	0.74	1.15	0.92	1.04	1.01	0.16	0.98		0.96	0.99	0.91	0.96
	Mn	0.30	0.30	0.32	0.11	1.05	0.32	0.34	0.30		0.30	0.33	0.24	0.31
	Zn	1.09	1.39	0.67	1.22	1.04	0.74	6.72	1.09		0.99	1.04	1.36	1.07
	B	3.96											1.41	7.11
	Cu	0.14	0.20	0.12	0.14	0.18	0.15	0.16	0.12		0.14	0.16	0.13	0.15
jong blad	Fe	1.24	0.98	1.54	1.15	1.52	1.17	1.08	1.47	0.21	1.25	1.77	1.19	1.29
	Mn	1.31	1.18	1.30	0.18	13.92	1.17	0.96	1.11	0.48	1.22	1.36	0.85	1.34
	Zn	3.07	3.66	2.26	2.73	3.02	1.56	13.97	2.38	4.36	2.63	2.64	2.08	2.61
	B	8.72											1.15	28.77
	Cu	0.35	0.42	0.26	0.32	0.29	0.24	0.30	0.24	1.03	0.35	0.37	0.24	0.34
oud blad	Fe	1.72	1.44	2.48	1.50	1.81	1.61	1.41	1.62	1.13	1.59	1.68	1.56	1.75
	Mn	1.51	1.33	1.66	0.88	8.97	1.49	1.50	1.53	1.02	1.50	1.34	1.42	1.43
	Zn	3.55	0.32	2.57	2.68	2.60	2.87	12.85	2.80	2.50	4.06	2.25	2.70	2.65
	B	2.85											3.61	22.23
	Cu	0.36	0.38	0.32	0.34	0.33	0.33	0.34	0.36	0.47	0.33	0.30	0.30	0.35
wortels	Fe	102.88	12.36	207.52	88.90	108.74	96.35	155.67	130.19	89.45	93.59	81.50	119.78	123.75
	Mn	1.51	2.02	2.57	0.16	12.22	1.69	1.06	1.50	12.59	1.85	2.18	2.49	3.15
	Zn	1.52	4.50	1.21	1.36	1.53	0.68	16.44	1.61	4.07	1.52	1.29	1.70	1.70
	B	2.64											2.60	27.65
	Cu	0.62	2.20	0.81	0.82	0.79	0.62	0.90	0.35	5.22	1.15	0.94	0.88	0.84

	procenten	behandeling controle	- Fe	+ Fe	- Mn	+ Mn	- Zn	+ Zn	- Cu	+ Cu	- Mo	+ Mo	- B	+ B
bloem	Fe	100	70	110	88	99	96	15	93		91	94	87	91
	Mn	100	100	107	37	350	107	113	100		100	110	80	103
	Zn	100	128	61	112	95	68	617	100		91	95	125	98
	B	100											36	180
	Cu	100	143	86	100	129	107	114	86		100	114	93	107
jong blad	Fe	100	79	124	93	123	94	87	119	17	101	143	96	104
	Mn	100	90	99	14	1,063	89	73	85	37	93	104	65	102
	Zn	100	119	74	89	98	51	455	78	142	86	86	68	85
	B	100											13	330
	Cu	100	120	74	91	83	69	86	69	294	100	106	69	97
oud blad	Fe	100	84	144	87	105	94	82	94	66	92	98	91	102
	Mn	100	88	110	58	594	99	99	101	68	99	89	94	95
	Zn	100	9	72	75	73	81	362	79	70	114	63	76	75
	B	100											127	780
	Cu	100	106	89	94	92	92	94	100	131	92	83	83	97
wortels	Fe	100	12	202	86	106	94	151	127	87	91	79	116	120
	Mn	100	134	170	11	809	112	70	99	834	123	144	165	209
	Zn	100	296	80	89	101	45	1,082	106	268	100	85	112	112
	B	100											98	1,047
	Cu	100	355	131	132	127	100	145	56	842	185	152	142	135



Mirjam	elementgehalte	behandeling controle	- Fe	+ Fe	- Mn	+ Mn	- Zn	+ Zn	- Cu	+ Cu	- Mo	+ Mo	- B	+ B
bloem	Fe	1.02	0.70	1.33	1.44	1.27	1.21	1.95	1.04		1.15	0.91	1.29	0.98
	Mn	0.44	0.54	0.51	0.08	3.12	0.56	0.64	0.49		0.55	0.60	0.37	0.47
	Zn	1.42	2.22	1.10	1.39	1.44	0.98	14.91	1.49		1.51	1.49	1.10	1.33
	B	3.11											0.91	10.30
	Cu	0.08	0.15	0.08	0.11	0.10	0.11	0.16	0.05		0.09	0.12	0.10	0.08
jong blad	Fe	1.35	1.04	1.57	1.55	1.32	2.39	0.87	1.42	0.44	1.45	1.55	0.94	1.64
	Mn	0.79	0.99	0.89	0.09	11.86	0.96	0.49	0.69	0.36	0.83	0.92	0.50	0.89
	Zn	1.95	2.58	1.52	1.90	1.85	1.19	14.79	1.55	2.31	1.79	2.11	1.36	2.02
	B	4.23											0.88	21.49
	Cu	0.12	0.22	0.10	0.16	0.11	0.11	0.12	0.10	0.51	0.11	0.17	0.09	0.13
oud blad	Fe	1.66	1.18	2.12	1.44	1.82	1.99	1.12	1.58	1.25	1.61	1.37	1.69	1.57
	Mn	1.33	1.28	1.32	0.50	12.05	1.53	1.25	1.15	1.21	1.30	1.33	1.33	1.30
	Zn	2.13	2.89	1.72	2.06	2.50	1.78	16.19	2.18	2.45	1.85	2.25	2.00	1.80
	B	3.32											3.26	27.90
	Cu	0.21	0.29	0.17	0.22	0.22	0.20	0.23	0.14	0.41	0.20	0.23	0.20	0.19
wortels	Fe	40.63	14.33	213.03	82.30	62.62	69.04	85.17	83.78	78.91	66.15	3.66	48.29	61.49
	Mn	0.69	1.07	0.97	0.17	12.32	1.36	0.66	1.11	13.90	1.26	1.08	0.71	1.36
	Zn	1.44	7.36	0.83	2.05	2.05	0.93	22.65	1.72	4.58	1.89	1.73	0.86	1.29
	B	2.90											5.39	12.99
	Cu	0.28	1.71	0.24	0.51	0.45	0.45	0.65	0.20	11.23	0.76	0.58	0.34	0.33

	procenten	behandeling controle	- Fe	+ Fe	- Mn	+ Mn	- Zn	+ Zn	- Cu	+ Cu	- Mo	+ Mo	- B	+ B
bloem	Fe	100	69	130	141	125	119	191	102		113	89	126	96
	Mn	100	123	116	18	709	127	145	111		125	136	84	107
	Zn	100	156	77	98	101	69	1,050	105		106	105	77	94
	B	100											29	331
	Cu	100	188	100	138	125	138	200	63		113	150	125	100
jong blad	Fe	100	77	116	115	98	177	64	105	33	107	115	70	121
	Mn	100	125	113	11	1,501	122	62	87	46	105	116	63	113
	Zn	100	132	78	97	95	61	758	79	118	92	108	70	104
	B	100											21	508
	Cu	100	183	83	133	92	92	100	83	425	92	142	75	108
oud blad	Fe	100	71	128	87	110	120	67	95	75	97	83	102	95
	Mn	100	96	99	38	906	115	94	86	91	98	100	100	98
	Zn	100	136	81	97	117	84	760	102	115	87	106	94	85
	B	100											98	840
	Cu	100	138	81	105	105	95	110	67	195	95	110	95	90
wortels	Fe	100	35	524	203	154	170	210	206	194	163	9	119	151
	Mn	100	155	141	25	1,786	197	96	161	2,014	183	157	103	197
	Zn	100	511	58	142	142	65	1,573	119	318	131	120	60	90
	B	100											186	448
	Cu	100	611	86	182	161	161	232	71	4,011	271	207	121	118

Foto 1.

Controle 'Michelle'.  
Goede gewasgroei, lichte  
bloemschade.



Foto 2.

Controle 'Mirjam'. Goede  
gewasgroei, lichte  
bloemschade.



Foto 3.

Controle. Zowel het oude  
als jonge blad is groen.

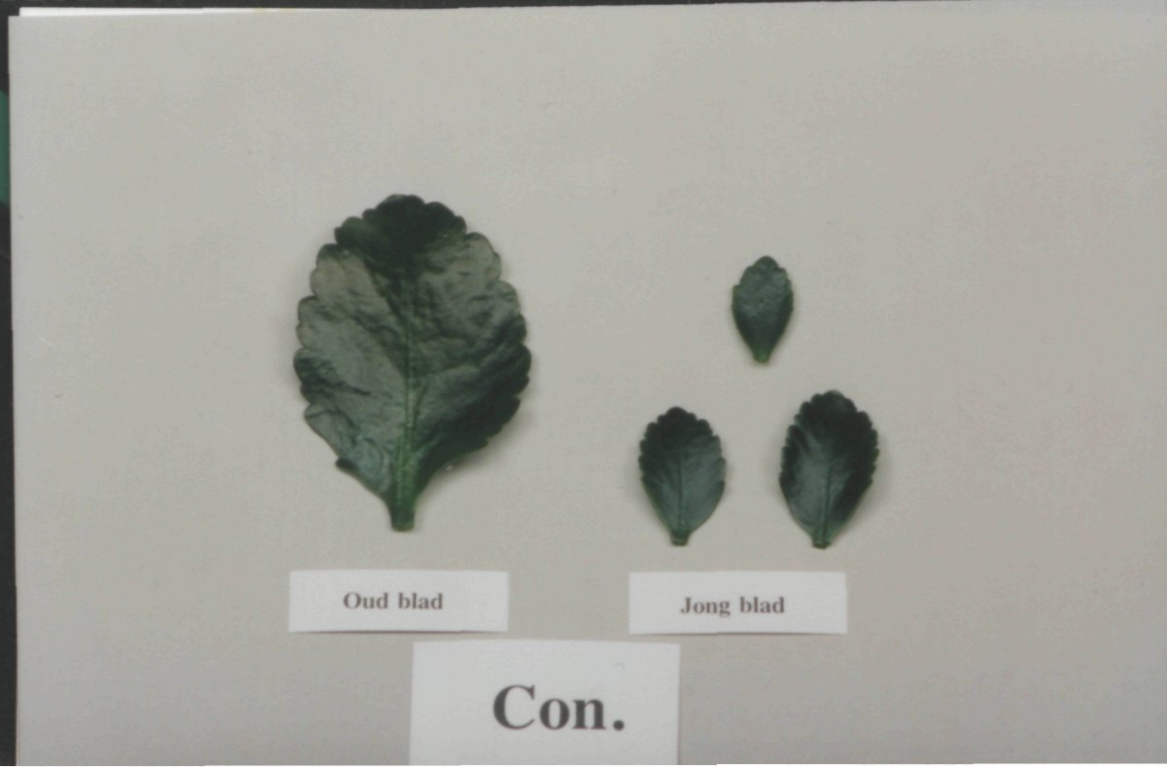




Foto 4.

Fe-gebrek. Jonge bladeren zijn geel tot lichtgroen tussen de nerven.



-Fe

Jong blad

Foto 5.

Fe-gebrek bij 'Michelle'. Gewasgroei loopt duidelijk achter. Wortels zijn lichter van kleur.



M -Fe

Foto 6.

Fe-gebrek bij 'Mirjam'. Gewasgroei loopt achter, bloei is iets later. Wortels zijn lichter van kleur.



-Fe



Foto 7.

Fe-overmaat bij  
'Michelle'. Goede  
gewasgroei. Donkergroen  
blad met zwarte, korte  
wortels.



Foto 8.

Fe-overmaat bij 'Mirjam'.  
Zeer forse gewasgroei.  
Donkergroen blad met  
zwarte, iets korte  
wortels. De planten  
komen iets eerder in  
bloei.



Foto 9.

Veel bloemshade en  
zwarte bloemen bij Fe-  
gebrek en heel weinig  
bloemshade bij Fe-  
overmaat. Bloemkleur is  
ook donkerder bij Fe-  
overmaat.



Foto 10.

Mn-gebrek bij 'Michelle' geeft minder gewasgroei en daardoor een kleiner gewas.



M -Mn

Foto 11.

Mn-gebrek bij 'Mirjam' geeft alleen iets kortere wortels.



-Mn

Foto 12.

Mn-overmaat bij 'Michelle' geeft een gedrongen groei.



M +Mn



Foto 13.

Mn-overmaat bij  
'Michelle' geeft korte  
gedrongen bobbelige  
bloemstelen.



M

+ Mn

Foto 14.

Mn-overmaat bij  
'Michelle' geeft gedraaide  
bladeren, gele randen en  
puntjes aan onderkant  
blad.



Oud blad

Jong blad

M

+ Mn

Foto 15.

Mn-overmaat bij 'Mirjam'  
geeft meer bloemschade,  
puntjes aan onderkant  
jonge blad en iets grijzere  
wortels.



Mn



Foto 16.

Mn-overmaat geeft bij beide rassen puntjes aan onderkant van met name het jonge blad.



+Mn

Foto 17.

Zn-gebrek bij 'Michelle' geeft alleen iets lichtere kleur wortels (bruiner ten opzichte van grijs/zwart). Verder geen duidelijke afwijkingen.



M -Zn

Foto 18.

Zn-gebrek bij 'Mirjam' geeft alleen iets lichtere kleur wortels. Verder geen duidelijke afwijkingen.



-Zn



Foto 19.

Zn-overmaat bij 'Michelle' leidt in eerste instantie tot Fe-gebrek (= jonge bladeren worden geel tot lichtgroen tussen de nerven). Hierdoor loopt de gewasgroei duidelijk achter en bloeien de planten later. Aan het eind van de teelt zijn gele randen aan het blad zichtbaar. De bloemen zijn iets lichter van kleur.



Foto 20.

Zn-overmaat bij 'Mirjam' leidt in eerste instantie tot Fe-gebrek (= jonge bladeren worden geel tot lichtgroen tussen de nerven). Hierdoor loopt de gewasgroei duidelijk achter. Aan het eind van de teelt zijn de bladeren kleiner en lichter van kleur. De wortels zijn meer vertakt. De bloemen zijn fletser van kleur.



Foto 21.

Zn-overmaat bij 'Mirjam' leidt tot fletsere bloemen.

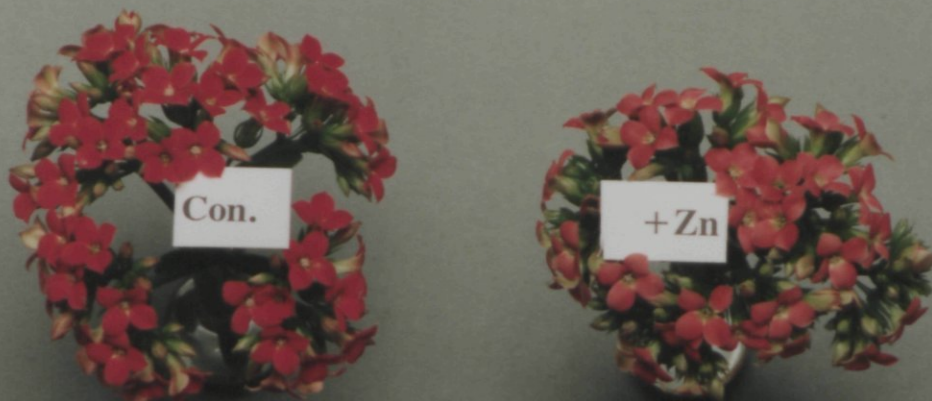




Foto 22.

Mo-gebrek bij 'Michelle' geeft lichtere gele randen aan de jonge bladeren en aan enkele oude bladeren. De bloei is trager.

M -Mo



Foto 23.

Mo-gebrek bij 'Mirjam' geeft geen duidelijke afwijkingen.

-Mo



Foto 24.

Mo-overmaat bij 'Michelle' geeft lichtere gele randen aan de jonge bladeren en aan enkele oude bladeren. De bloei is trager. Opvallend zijn de oranje wortels.

M + Mo





Foto 25.

Mo-overmaat bij 'Michelle' geeft lichtere gele randen aan de bladeren.

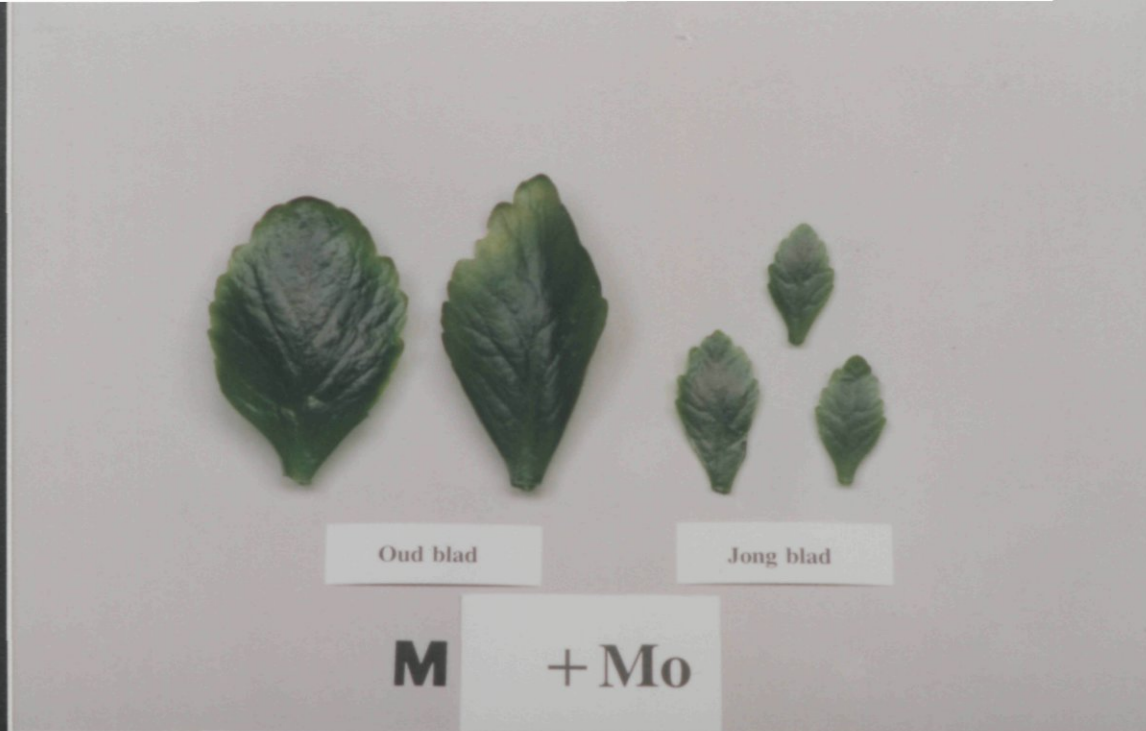


Foto 26.

Mo-overmaat bij 'Mirjam' geeft iets lichtere jonge bladeren, met name de randen. Opvallend zijn de oranje-bruine wortels.



Foto 27.

Cu-gebrek bij 'Michelle' geeft geen duidelijke afwijkingen.





Foto 28.

Cu-gebrek bij 'Mirjam' geeft iets langere wortels. Verder geen duidelijke afwijkingen.



Foto 29.

Cu-overmaat bij 'Michelle' geeft geel tot wit jong blad en gele tot lichtgroene oudere bladeren. De gewasgroei loopt duidelijk achter. Veel scheuten zijn niet geïnduceerd. Hierdoor weinig bloei. Veel bloemschade. De wortels zijn niet vertakt.



Foto 30.

Cu-overmaat bij 'Mirjam' geeft gele jonge bladeren met witte randen en gele tot lichtgroene oudere bladeren. De gewasgroei loopt duidelijk achter en het gewas is veel kleiner. Veel scheuten zijn niet geïnduceerd. Hierdoor weinig bloei. De wortels zijn meer vertakt.





Foto 31.

Cu-overmaat geeft bij beide rassen gele jonge bladeren met witte randen en gele tot lichtgroene oudere bladeren.



Oud blad

Jong blad

+ Cu

Foto 32.

B-gebrek bij 'Michelle' geeft iets lichtere jonge bladeren. Het oudste blad is goed. Het tussenliggend blad heeft rode bladpunten en -randen. De gewasgroei loopt achter. De bloei is trager en er treedt bloemknopverdrogting op. De wortels zijn kort en sterk vertakt.



-B

M

Foto 33.

B-gebrek bij 'Michelle' geeft rode bladpunten en -randen.



M

-B





Foto 34.

B-gebrek bij 'Michelle' geeft veel wortelvorming bovengronds. De internodiën zijn kort.



Foto 35.

B-gebrek bij 'Mirjam' geeft lichte doffe kleur groen aan het jonge blad, met name vanuit de hoofdnerf. Het oude blad heeft ook een doffe groene kleur. De gewasgroei loopt duidelijk achter. Het gewas is hard en bros. Groeipunten zijn afgestorven. De bloei is trager en er treedt bloemknopverdroging op. De wortels zijn kort en meer vertakt.



Foto 36.

B-gebrek bij 'Mirjam' geeft lichte doffe kleur groen aan het jonge blad, met name vanuit de hoofdnerf. Het oude blad heeft ook een doffe groene kleur.

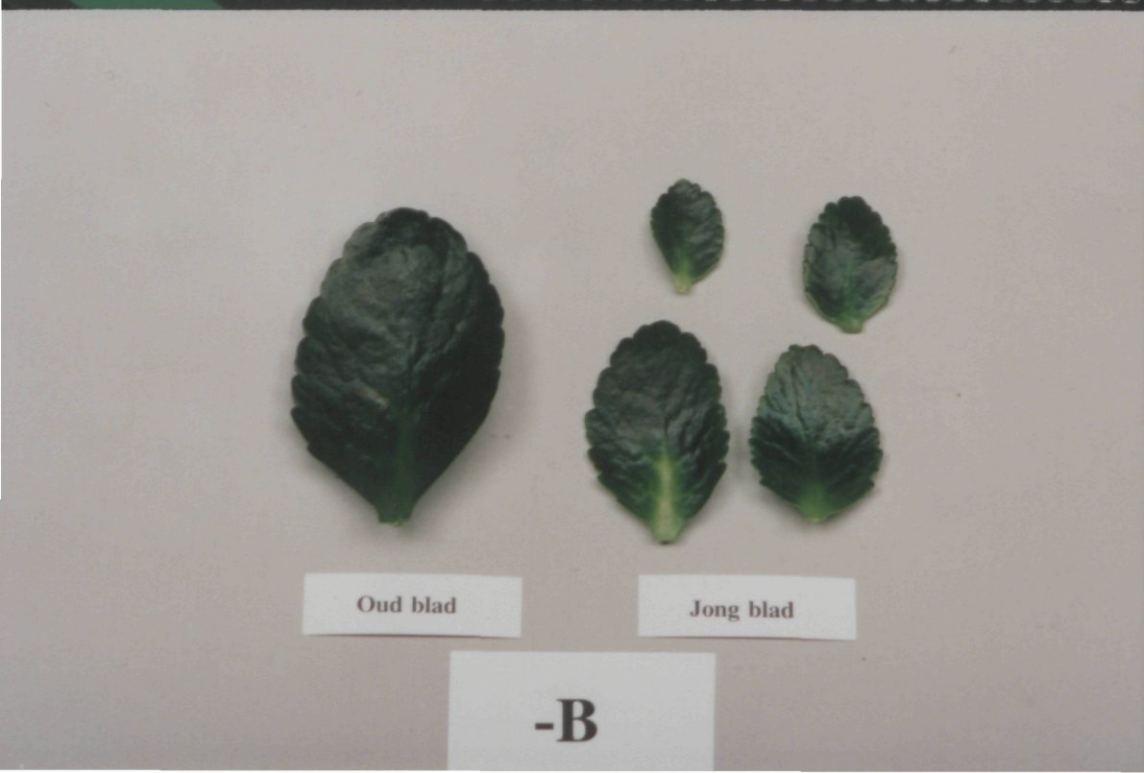




Foto 37.

B-gebrek bij 'Mirjam' geeft afgestorven groeipunten.



-B

Foto 38.

B-gebrek geeft bij beide rassen bloemknopverdroging. Bij 'Mirjam' ontstaan veel kleine zijscheutjes.



-B

Foto 39.

B-overmaat bij 'Michelle' geeft bladverbranding aan de randen van de oude bladeren. Dit treedt het eerste op aan de punten. Het oude blad is hierdoor iets lepelvormig. De jonge bladeren hebben zwarte bladpunten. De bloemstelen zijn iets korter en de planten komen trager in bloei.



M + B



Foto 40.

B-overmaat bij 'Michelle' geeft bladverbranding aan de randen van de oude bladeren. Dit treedt het eerste op aan de punten. Het oude blad is hierdoor iets lepelvormig. De jonge bladeren hebben zwarte bladpunten.



Oud blad

Jong blad

**M**

**+ B**

Foto 41.

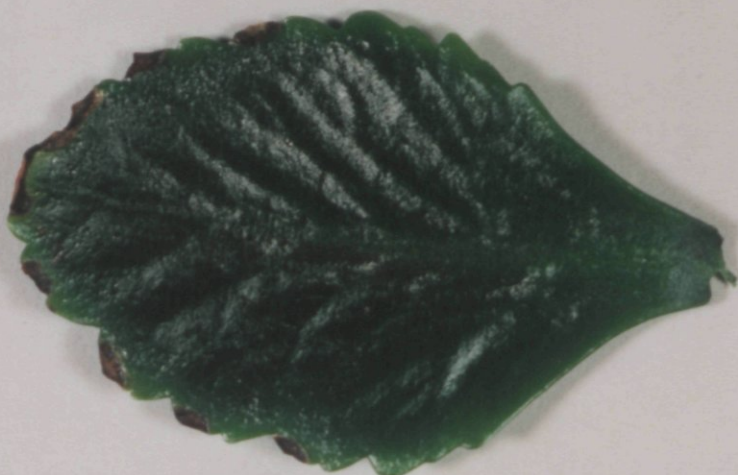
B-overmaat bij 'Mirjam' geeft bladverbranding aan de randen van de oude bladeren. Dit treedt het eerste op aan de bladpunten. Het oude blad is hierdoor iets lepelvormig. Het jongste blad is gaaf. De tussenliggende bladeren hebben zwarte bladpunten.



**+ B**

Foto 42.

B-overmaat geeft bij beide rassen zwarte bladpunten. Deze treden het eerst op aan het oude blad en later ook aan het jonge blad. In een later stadium ontstaan verbrande blad-randen.



**+ B**